

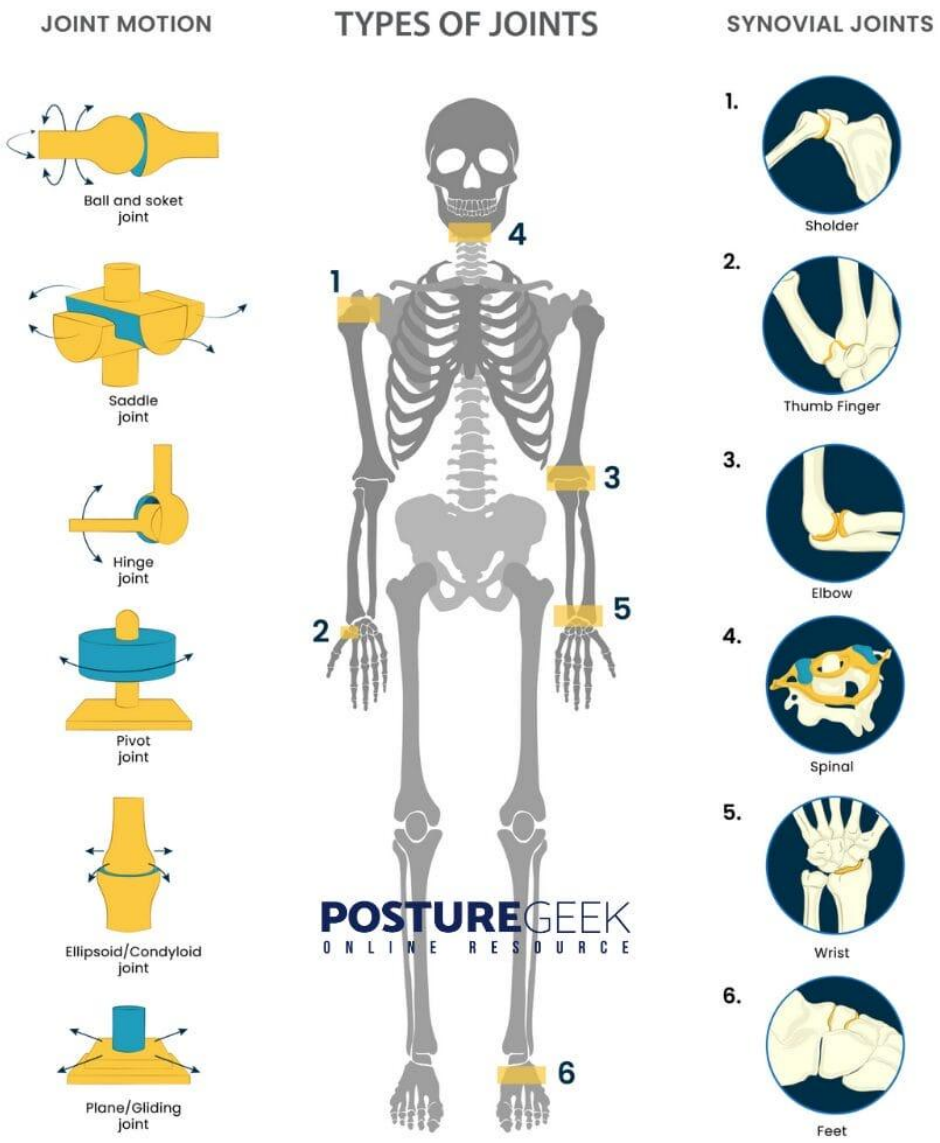
SATBAYEV UNIVERSITY

Алимбаев Чингиз Абдраимович

Биомеханика

Дәріс №3. Буын қозғалысы. Сирақ-аяқ ұшы, тізе, жамбас, иық, шынтақ, білек, қол ұшы

БУЫНДАР



Буын — бір сүйекпен екінші сүйекті жалғастыратын аралық. Сүйектер бір-бірімен кірігіп немесе қозғалмалы болып жалғасады.

Тірі ағзада буын 3 түрлі рөл атқарады:

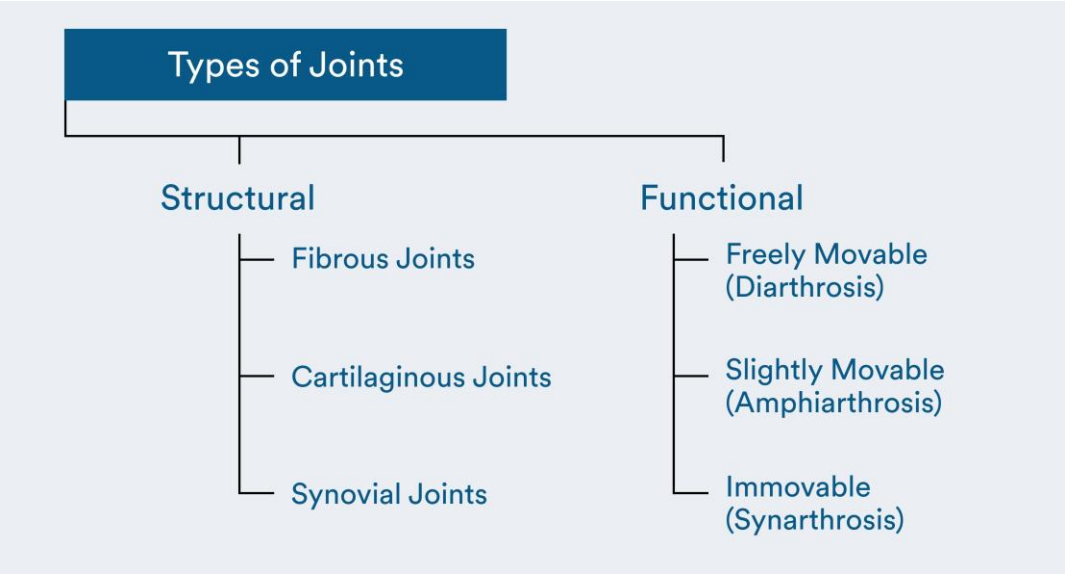
- дене қалпының сақталуына жәрдемдеседі;
- дене бөліктерінің өзара орын ауыстыруына қатысады;
- дененің кеңістіктегі орын алмастыру (локомоция) мүшесі болып табылады.

Адам денесінде 230 ден астам буындар бар. Буын дегеніміз сүйектердің қозғалмалы байланысатын жері.

Әрбір буынның сырты тығыз дәнекер ұлпадан түзілген қабықпн қапталған. Оны буын қапшығы дейді. Буын қапшығының буын сұйықтығы бөлінеді. Сұйық үйкелісті кемітіп, сүйектердің буын ойығында еркін қозғалуына мүмкіндік береді.

Сүйектің бір-бірімен байланысатын шеті жылтыр, тегіс шеміршекпн қапталған. Қозғалу кезінде шеміршек үйкелісті азайтып, оқыс соққыны әлсіретеді

БУЫН ТҮРЛЕРІ



Буындарды екі түрлі жолмен жіктеуге болады:

1.Гистологиялық жіктеу – буынды құрайтын дәнекер тін түріне байланысты:

1. фиброзды (талшықты),
2. шеміршекті,
3. синовиалды буындар.

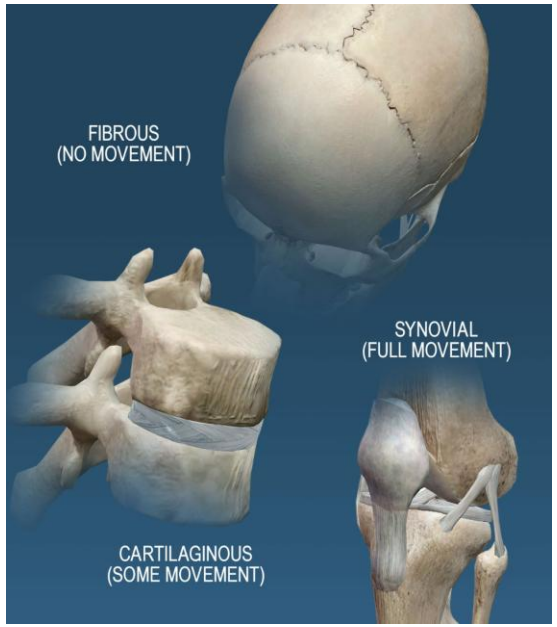
2.Функционалдық жіктеу – буынның қаншалықты қозғалысқа мүмкіндік беретініне байланысты:

1. қозғалмайтын буындар (синартроздар),
2. аз қозғалатын буындар (амфиартроздар),
3. еркін қозғалатын буындар (диартроздар).

Бұл екі жіктеу бір-бірімен сәйкес келеді: синартроздар – көбіне фиброзды, амфиартроздар – шеміршекті, диартроздар – синовиалды.

Буындардың тұрақтылығын негізінен **бұлшықеттер** қамтамасыз етеді. Бұлшықет күші неғұрлым мықты болса, буын соғұрлым тұрақты болады. Әсіресе бұл синовиалды буындар үшін маңызды.

Көптеген аурулар буындарға әсер етеді, және олардың даму түрі буынның гистологиялық типіне байланысты болады.

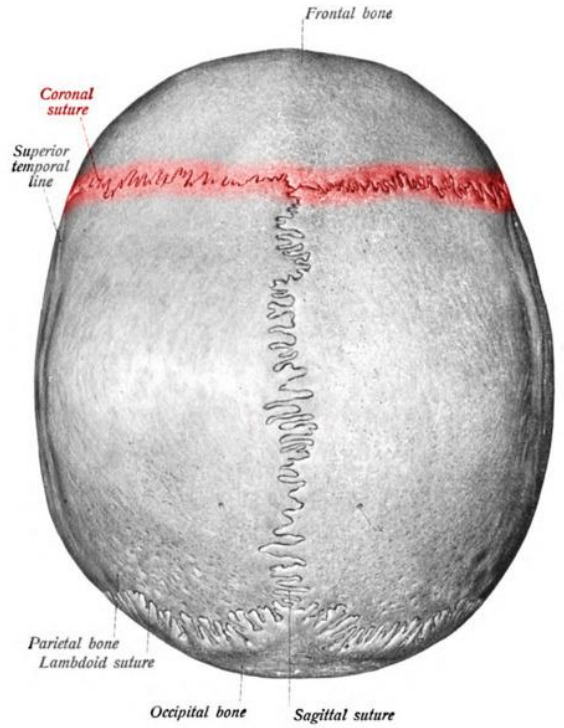


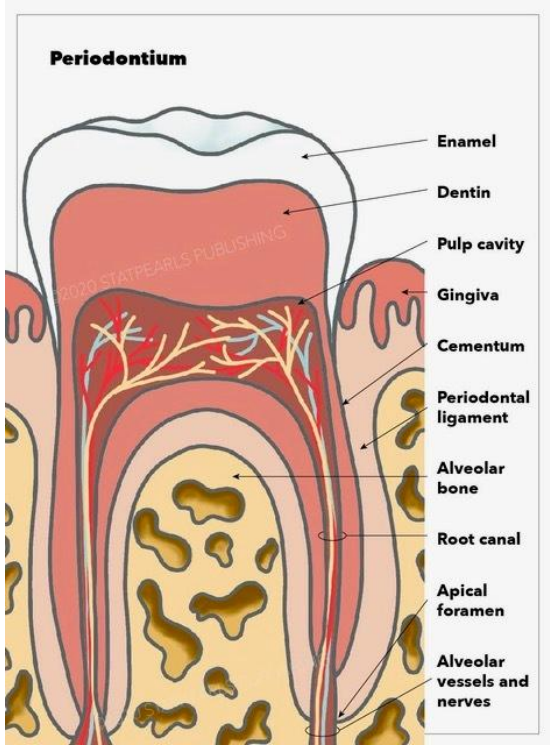


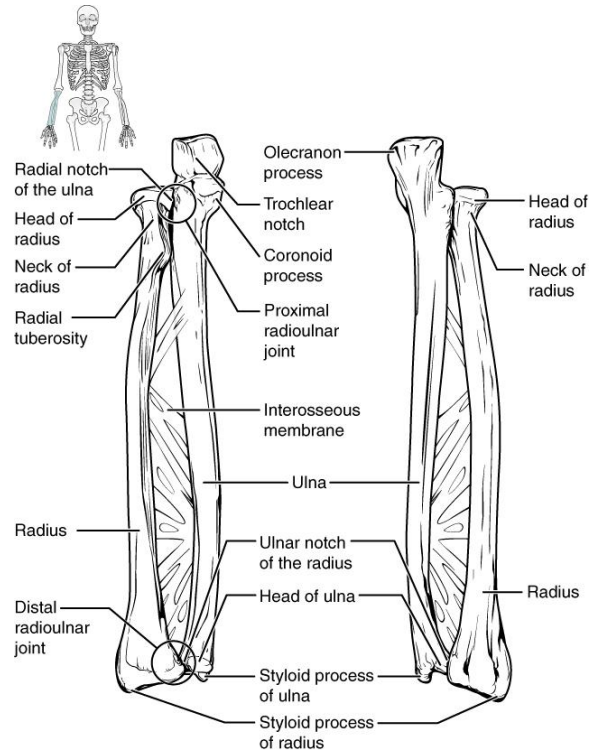
Фиброзды буындар

Фиброзды буын – қозғалмайтын буын (синартроз), мұнда екі сүйек коллагенге бай дәнекер тінмен біріктіріледі. Мұндай буындарда қуысы болмайды және әдетте қозғалмайды. Фиброзды буындар үшке бөлінеді: тігістер (sutura), гомфоздар (gomphosis), синдесмоздар (syndesmosis).

Тігістер (Sutures) – тек бас сүйекте кездесетін қозғалмайтын буын, фонтанельдер арқылы нәресте басының өсуі мен қозғалуына мүмкіндік береді.
Гомфоздар (Gomphoses) – тістерді жақ сүйектегі ұясына бекітетін қозғалмайтын буын.
Синдесмоздар (Syndesmoses) – ұзын сүйектерді талшықты жарғақ арқылы байланыстыратын, аздап қозғалмалы буын.

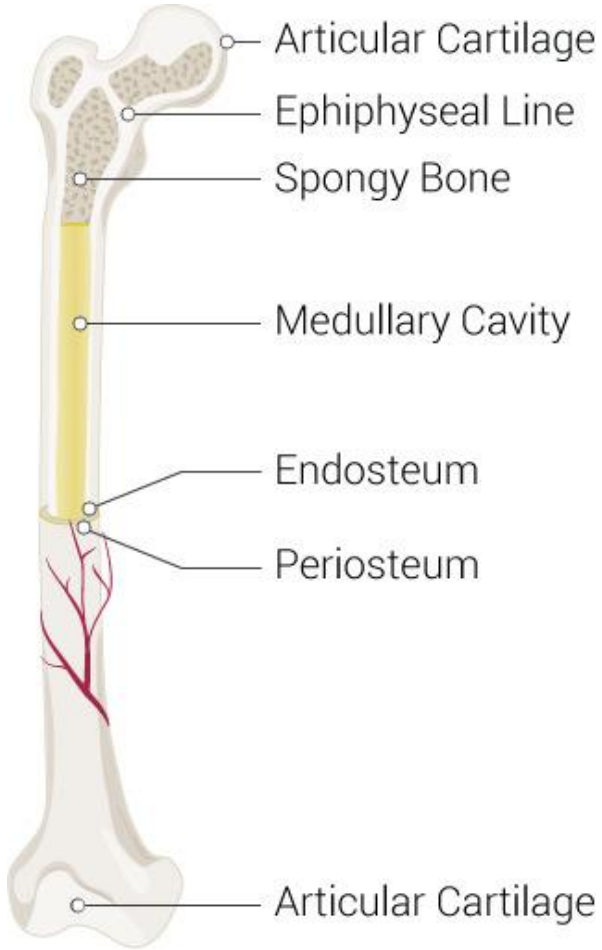






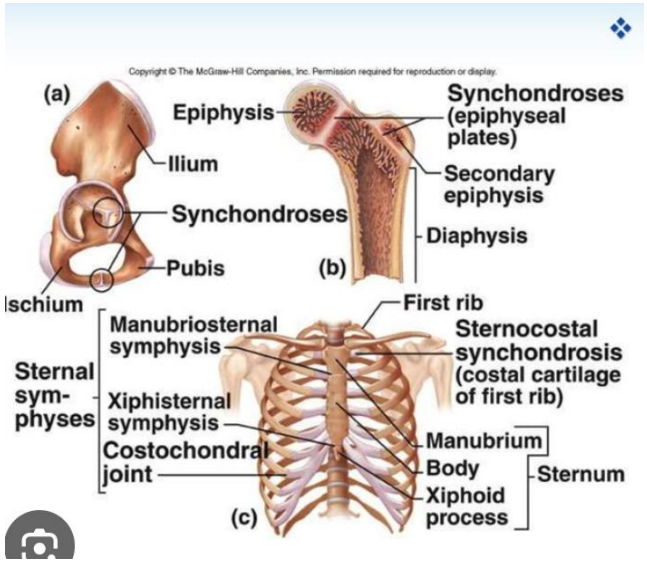
Шеміршекті буындар

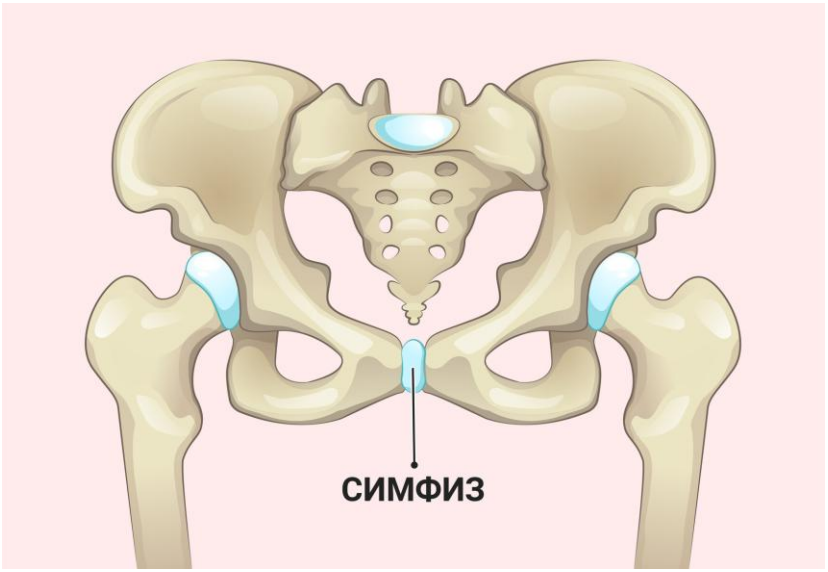
Шеміршекті буындарда сүйектер **гиалинді** немесе **талшықты** шеміршек арқылы байланысады. Олар бірінші реттік және екінші реттік шеміршекті буындар болып бөлінеді.



Синхондроз (бірінші реттік шеміршекті буын) – сүйектердің бір-бірімен **гиалинді шеміршек арқылы** байланысуы нәтижесінде түзілетін буын, ол кейде уақытша болып (мысалы, балалардағы өсу пластинкасы сияқты сүйектің ұзарып өсуіне мүмкіндік беріп, кейін сүйектеніп кетеді), ал кейде тұрақты болып (мысалы, 1-қабырға мен төстің қосылысы сияқты өмір бойы сақталады) кездеседі.

Симфиз (екінші реттік шеміршекті буын) – сүйектердің **талшықты шеміршек арқылы** байланысуы нәтижесінде түзілетін буын, ол қалың әрі берік болғандықтан созылу мен ию күштеріне төтеп беріп, аздаған қозғалысқа мүмкіндік береді (мысалы, шат сүйегі симфизі немесе омыртқааралық дискілер).





Синовиальды буындар

Синовиалды буындар – еркін қозғалатын буындар (диартроздар) және олар адам денесіндегі негізгі қызметтік буындар болып есептеледі.

Топсалы буын (hinge) – бір ості буын, тек қию және жазу қозғалысын жасайды (мысалы, шынтақ, тізе).

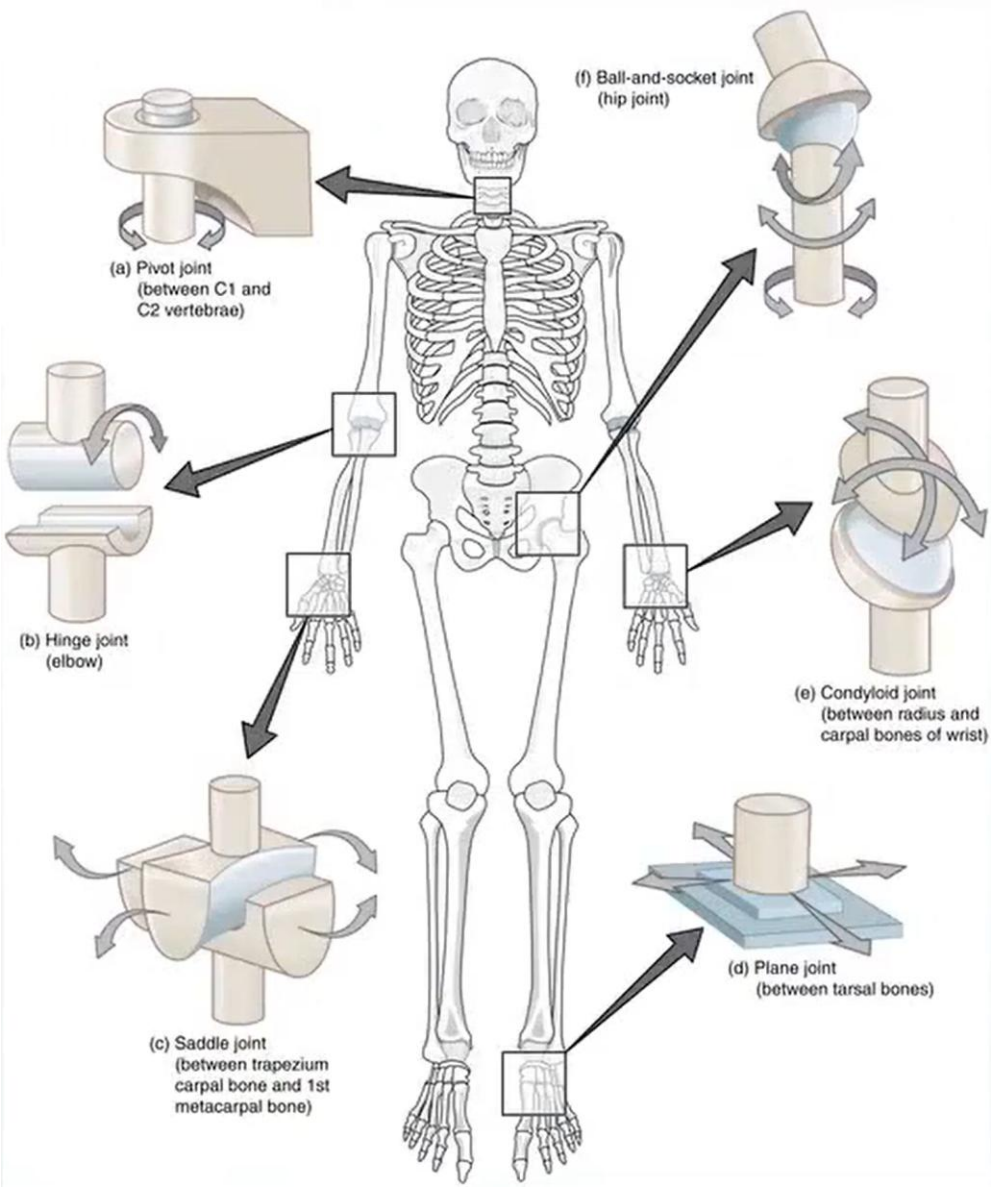
Эллипсті буын (кондилоидты, condyloid) – екі ості буын, қию, жазу, алып кету және әкелу қозғалыстарын жасайды (мысалы, саусақтардың негізіндегі буындар).

Ер-тоқым буын (saddle) – екі ості буын, бас бармаққа қарсы қимыл жасауға мүмкіндік береді (мысалы, бас бармақтың түбі).

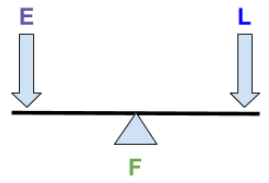
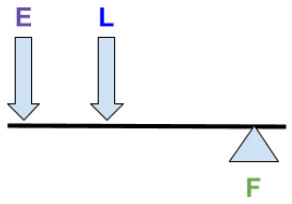
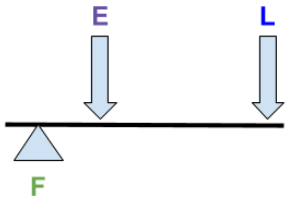
Жазық буын (planar) – көп ості буын, сүйектердің бір-бірімен сырғу қимылын жасайды (мысалы, білезік пен табан сүйектері).

Айналмалы буын (pivot) – бір ості буын, тек айналу қозғалысын жасайды (мысалы, атлант-осьтік буын, радиоуьнарлы буын).

Шар-ұя буыны (ball-and-socket) – көп ості буын, барлық негізгі қимыл түрлерін жасайды (мысалы, иық, жамбас).



ИІНТІРЕК (РЫЧАГ)

Lever class	Effort (E), load (L), & fulcrum (F)
1st Class	
2nd Class	
3rd Class	

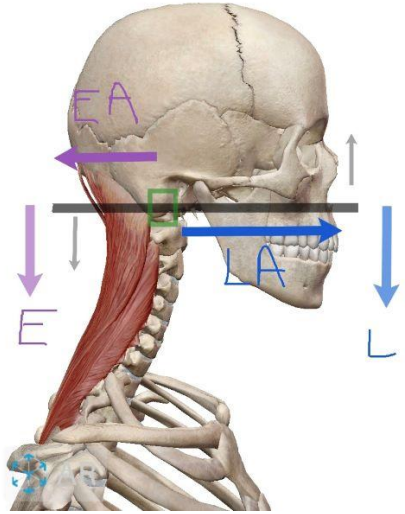
Үш түрлі иінтірек бар: бірінші түр, екінші түр және үшінші түр. Бұл иінтіректердің әрқайсысы бұлшық еттің бекіну орнының (күш түсіру нүктесі) мен сүйектердің (иінтірек/иін) буынға қатысты (тірек нүктесі) орналасуымен ерекшеленеді.

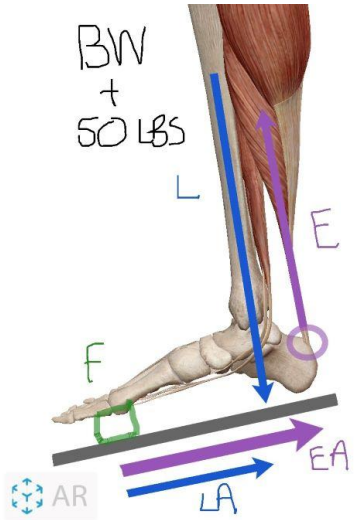
Иінтіректің тиімділігі күш иіні мен жүк иінінің қатынасына байланысты. Күш иіні (EA) – бұл тірек нүктесі мен күш түсетін нүктенің арақашықтығы; адам денесінде ол буын мен бұлшық еттің бекіну нүктесінің арақашықтығы болып табылады. Жүк иіні (LA) – тірек нүктесі мен жүк түсетін нүктенің арақашықтығы; адам денесінде ол буын мен жүк түсетін дене бөлігі арасындағы арақашықтық. Күш иіні мен жүк иінінің қатынасы неғұрлым үлкен болса, иінтірек жүйесі соғұрлым тиімді болады (яғни жүкті қозғау жеңілдейді). Сондықтан, егер бұлшық еттің бекіну нүктесі мен буын арақашықтығы жүк пен буын арақашықтығынан үлкен болса, онда бұлшық ет артықшылыққа ие болады.

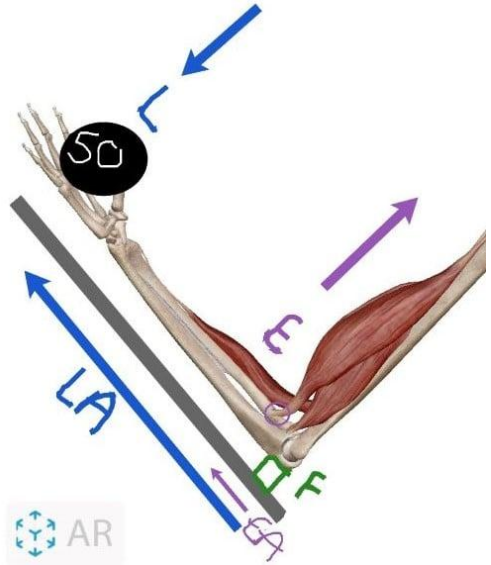
Адам денесіндегі бірінші түрдегі иінтірекке мысал – мойынды шалқайту кезіндегі бас пен мойынның қозғалысы. Бұл жағдайда тірек нүктесі (атланто-окципиталды буын) жүктің (бассүйектің алдыңғы бөлігі) мен күштің (мойынның экстензор бұлшық еттері) ортасында орналасқан.

Табанның төмен қарай бүгілуі (plantar flexion) кезінде аяқтың төменгі бөлігі екінші түрдегі иінтірек ретінде жұмыс істейді. Екінші түрдегі иінтірек – күш иіні әрқашан жүк иінінен ұзын болатын жалғыз иінтірек түрі. Мұндай орналасу күш иіні мен жүк иінінің арақатынасының үлкен болуына әкеледі, сондықтан екінші түрдегі иінтірек механикалық тұрғыдан ең тиімді болып саналады.

Адам денесінде үшінші түрдегі иінтірек жүйесінің мысалдары өте көп. Мысалы, қолдағы салмақпен бицепс жаттығуы. Тірек – шынтақ буыны. Күш – бицепстің сіңірі шынтақтан сәл төмен жерге бекінеді. Жүк – қолдағы салмақ (гантель, шынтақтан төменгі бөлік).Бұл жағдайда бицепстің күш иіні өте қысқа, ал жүк иіні ұзын болады. Сондықтан қатынас шағын → бұлшық етке көбірек күш жұмсауға тура келеді.



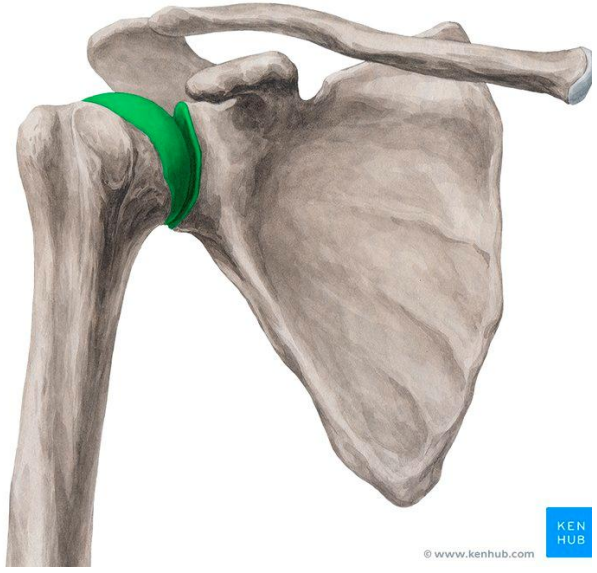


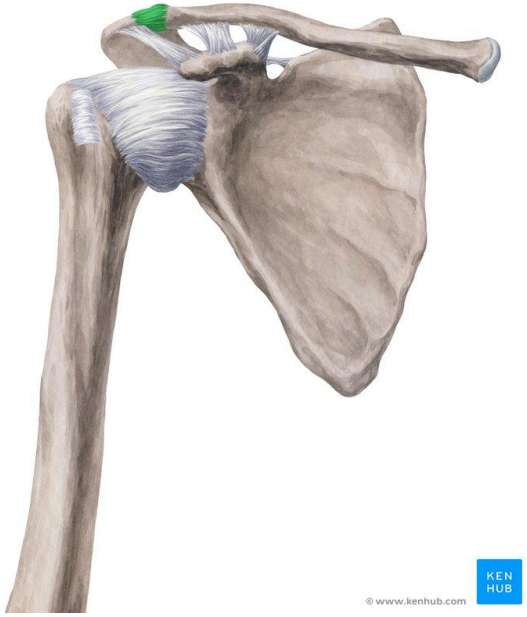


Иық биомеханикасы

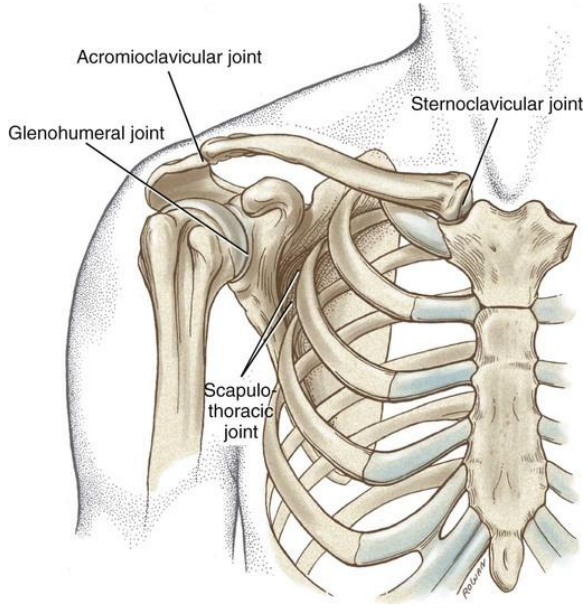
Иық кешеніне 3 физиологиялық буын және бір қалқымалы буын кіреді:

- Иық буыны (Glenohumeral (GH), плечевой сустав) - жауырынның буын ойысы мен тоқпан жілік басынан түзілген. Тоқпан жіліктің басы жауырынның буын ойысына сәйкес келмегендіктен буын шығуы жиі кездесіп тұрады. Сондықтан буын ойысын айнала жиектеп сақиналы шеміршек орналасады. Ол жілік басын қамтып сәйкестендіріп отырады. Буын қапшығының сыртымен сіңір байламы өтеді. Ол иық буынын бекітіп тұрады;
- Иық-бұғана буыны (Acromioclavicular, акромиально-ключичный сустав) - бұғана мен жауырын қосылысынан пайда болады. Бұғананың сырт жақ басы жауырынның иық өсіндісімен қосылып, тегіс буын түзеді. Ол көлденең жатқан сіңір байламы арқылы жауырынның тұмсық өсіндісімен жалғасып, тоқпан жілік басына күмбез жасайды;
- Төс-бұғана буыны (Sternoclavicular, грудино-ключичный сустав);
- Жауырын-төс буыны (Scapulothoracic, лопаточно-грудной сустав) – «функционалдық буын» ретінде белгілі, шынайы буын емес









Шынтақ буыны

Шынтақ буыны тоқпан жіліктің төменгі бөлігі, кәрі жіліктің (radius) жоғарғы бөлігі және шынтақ сүйектің (ulna) жоғарғы бөлігі арқылы түзіледі.

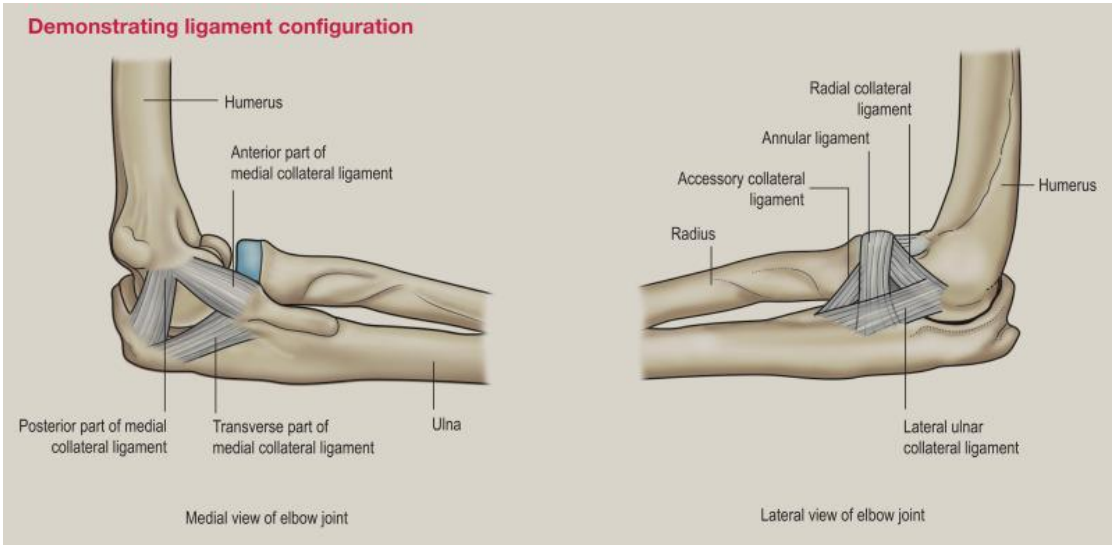
Шынтақта үш түрлі буын бар:

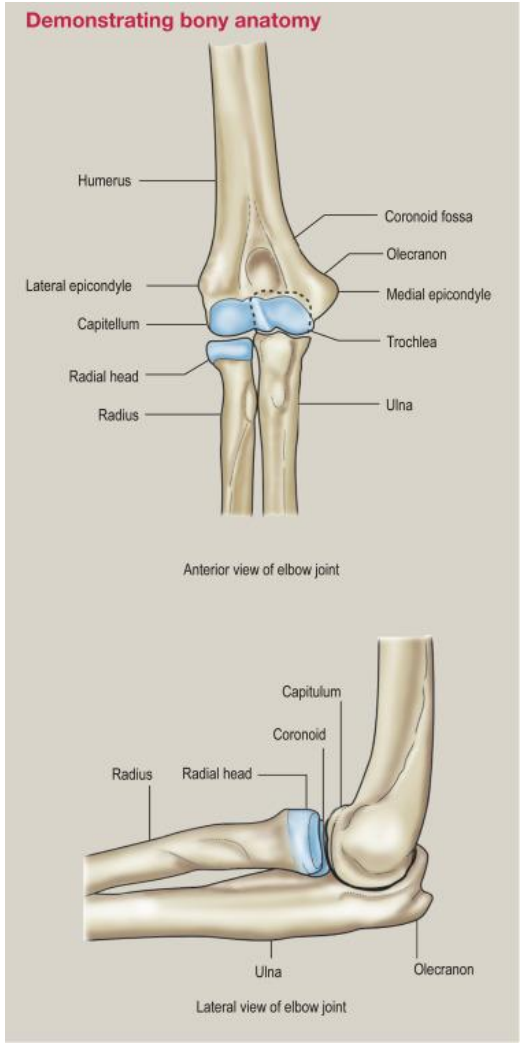
1.Тоқпан-шынтақ буыны (humero-ulnar joint) - қарапайым топсалы буын, шамамен 145°-қа дейін бүгу мен жазуға мүмкіндік береді.

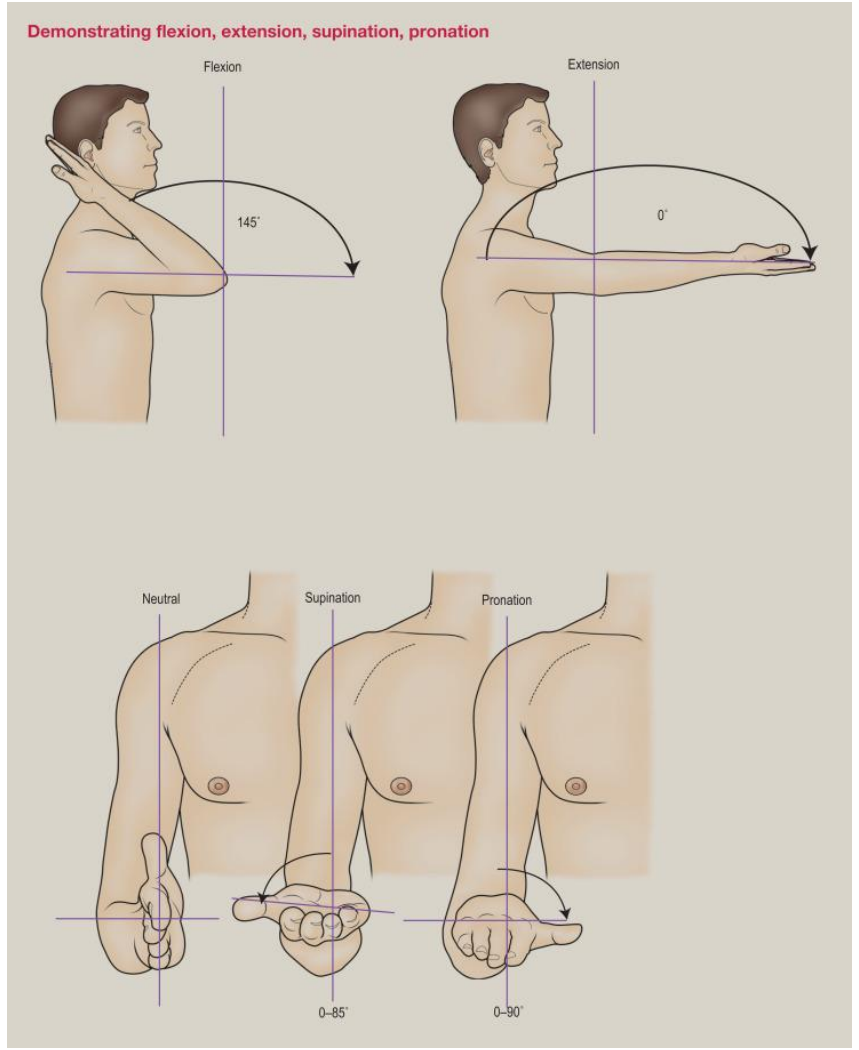
2. Тоқпан-кәрі жілік буыны (humero-radial joint) - шар тәрізді буын, шынтақты бүгуге және білекті айналдыруға мүмкіндік береді.

3.Кәрі жілік-шынтақ буыны (proximal radio-ulnar joint) – айналмалы (пивот) буын, білекті сыртқа бұруға (супинация – 85°) және ішке бұруға (пронация – 75°) мүмкіндік береді.

Шынтақ буынының тұрақтылығын статикалық түрде байламдар қамтамасыз етеді: ішкі коллатеральды байлам (MCL) және сыртқы коллатеральды байлам (LCL)







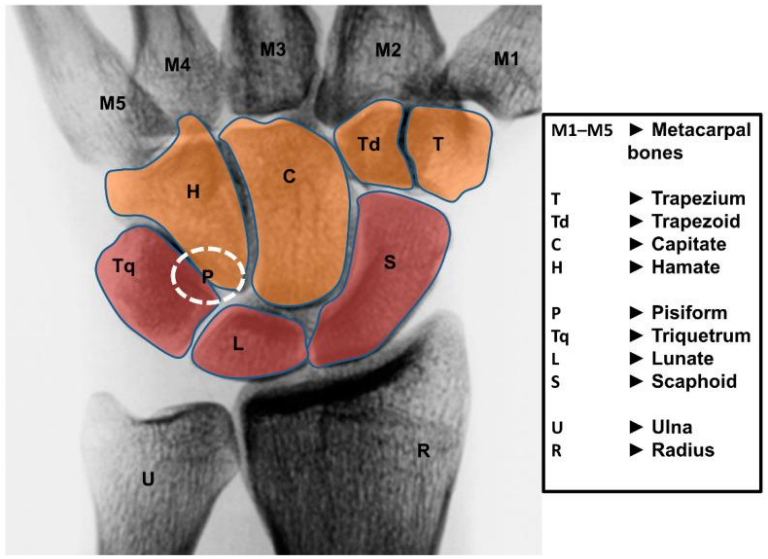
Білезік буыны

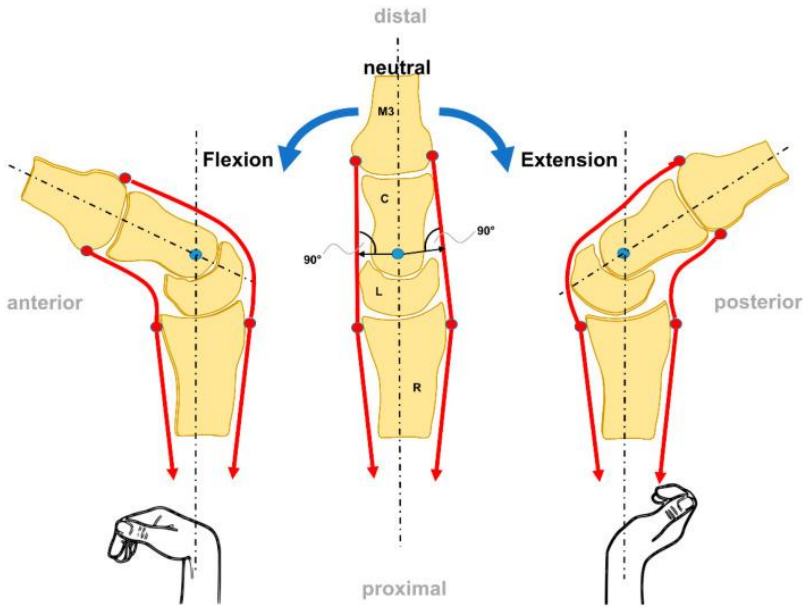
Білезік буыны – қозғалысы еркін буын. Ол сегіз ерекше білезік сүйектерінен (carpal bones) тұрады. Бұл сүйектер білек сүйектерімен (кәрі жілік – radius және шынтақ – ulna) және бес алақан сүйектерімен (metacarpal) жалғасады.

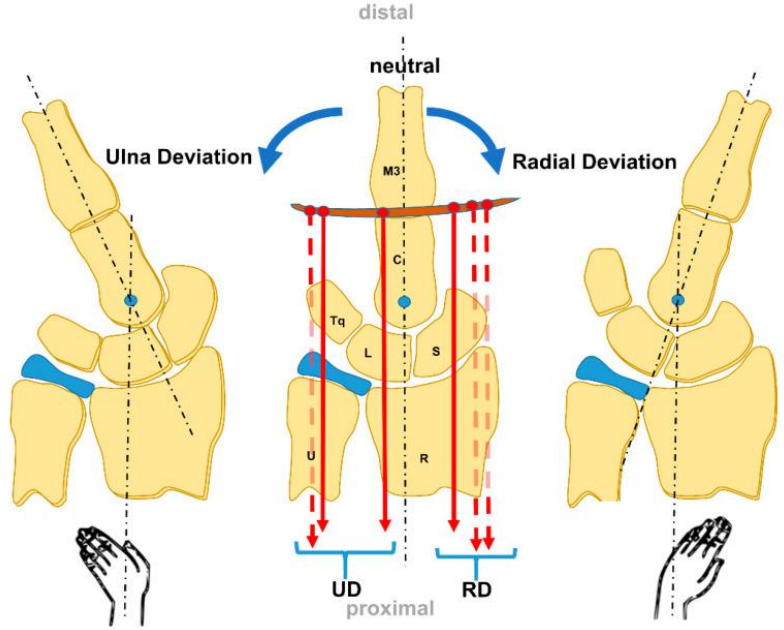
Білезік сүйектері екі қатарға бөлінеді:

- Жақын қатар (proximal carpal row, PCR) – қайық тәрізді (scaphoid), лунат (lunate), үш қырлы сүйек (triquetrum), бұршақ тәрізді (pisiform).
-Алыс қатар (distal carpal row, DCR) –трапеция (trapezium), трапеция тәрізді (trapezoid), капитат, хамат.

Алыс қатардың (DCR) сүйектері мықты байламдармен бір-бірімен берік байланысқан, сондықтан олар біртұтас функционалды блок сияқты қозғалады. Бұл қатар алақан сүйектерінің негізіне қатты жалғасқан, сондықтан білектің бұлшық ет күштеріне жауап ретінде бірге қозғалады. Білезік сүйектерінің барлығы байламдар арқылы байланысып, олардың арасындағы қозғалыс шектеулі болады.Ал жақын қатардың (PCR) ерекшелігі бар: мұнда көршілес сүйектер арасында айтарлықтай қозғалыс болады, әрі бүкіл қатар бір бағытта қозғалады. Жақын қатар алыс қатармен бірге білезікті бүгу мен жазу кезінде қозғалады. Бірақ білезікті радиалды және ульнарлы бағытта (қолды бас бармақ не кішкентай саусақ жағына қарай) қозғағанда, PCR қозғалысын жалғастыра береді. Сондықтан PCR – радиус пен алыс қатардың арасында орналасқан аралық сегмент қызметін атқарады.Білезікке әсер ететін бұлшық еттердің ешқайсысы PCR-ға тікелей бекінбейді. Барлық сіңірлер білезіктің дистальды бөлігіне (алыс қатарға) бекиді. Сондықтан PCR қозғалысы тек оны қоршаған буындардағы механикалық күштерге байланысты. Яғни, білезіктің қозғалысы әрқашан DCR-дан басталады. PCR қозғалысы тек ортаңғы буыннан өтетін сыртқы байламдар тартылғанда және оған түсетін күш үйкелістен асып кеткенде ғана жүреді.Осылайша білезіктің жұмысы сүйектердің ерекше пішініне, олардың бір-бірімен байланысына және ішкі-сыртқы байламдарға тәуелді.



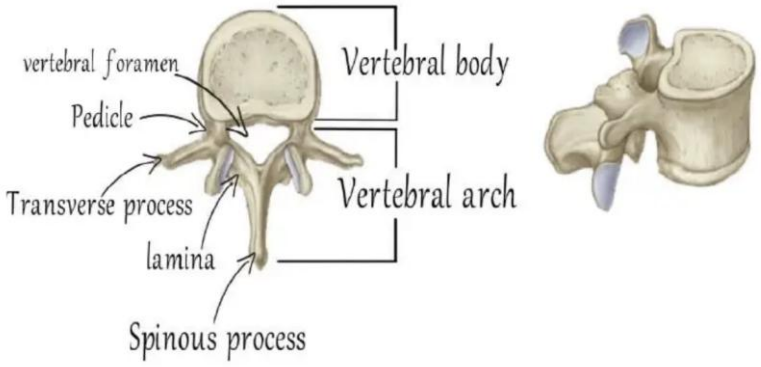


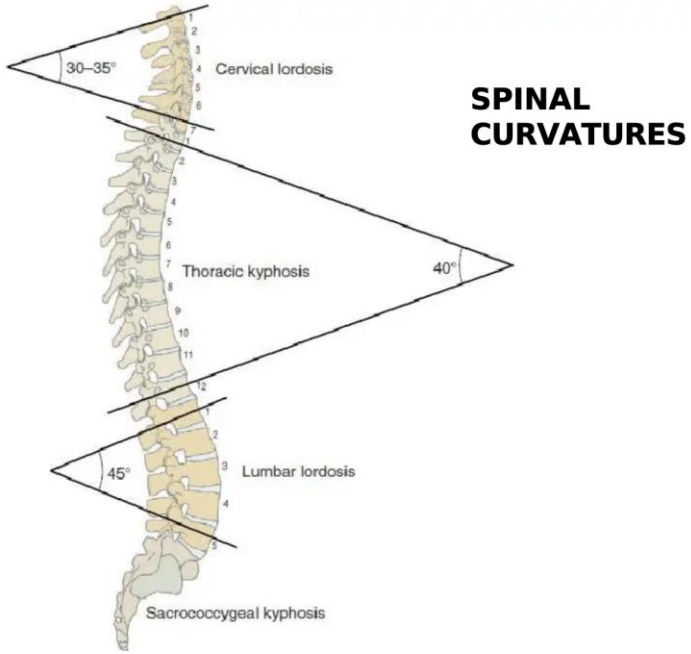


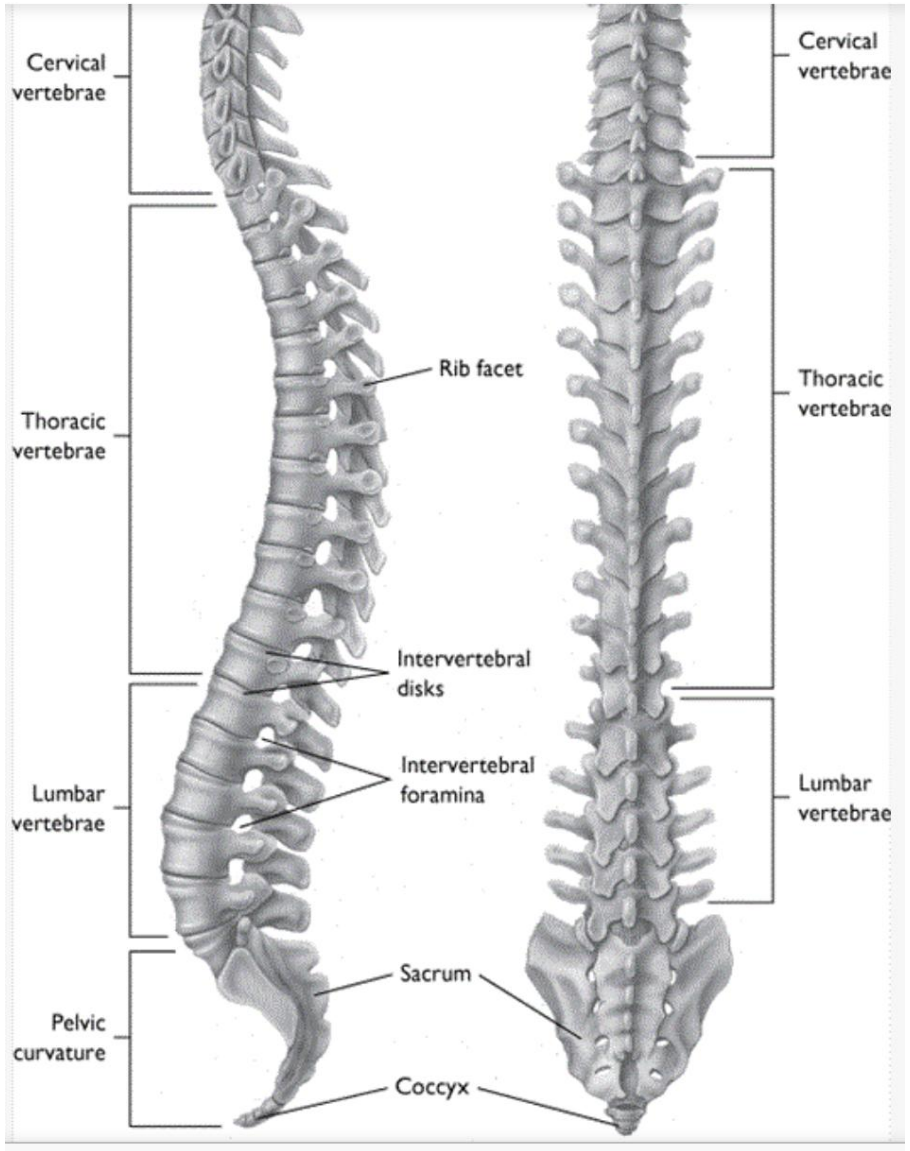
Омыртқа қосындылары

Омыртқа жотасы құрылымдық жағынан бес бөлікке бөлінген 33 омыртқадан тұратын иілген бағанадан құралған (9-1 сурет). Жоғарғы жағынан төмен қарай орналасуы бойынша: 7 мойын омыртқасы, 12 кеуде омыртқасы, 5 бел омыртқасы, 5 бітісіп кеткен сегізкөз (крестец) омыртқалары және 4 ұсақ, бітісіп кеткен құйымшақ омыртқалары бар. Кейде бір омыртқа артық немесе кем болуы мүмкін, әсіресе бел аймағында.

Vertebral body – Омыртқа денесі; **Vertebral arch** – Омыртқа доғасы; **Vertebral foramen** – Омыртқа тесігі; **Pedicle** – Омыртқа сабауы (немесе түбіршесі); **Transverse process** – Көлденең өсінді; **Lamina** – Ламина (омыртқа доғасының табақшасы); **Spinous process** – Қылқанды өсінді







Омыртқааралық диск (Intervertebral discs) – сыртында берік сақина, ішінде серіппелі, жұмсақ өзек бар «жастықша». Ол омыртқаларға салмақты көтеруге көмектесіп, соққыдан қорғайды және омыртқаның иілгіш болуын қамтамасыз етеді.

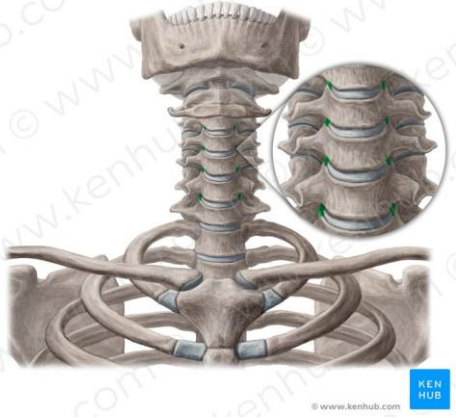
Люшка буындары (Uncovertebral joints)– мойын омыртқаларының жанындағы «қосымша кішкентай буындар». Олар мойынды тұрақтандырады, бірақ уақыт өте келе өзгеріске ұшырап, сүйек өсінділерін шығарып, мойынның ауырсынуына әкелуі мүмкін

Фасеттік буындар немесе омыртқа доғаларының буындары (Joints of the vertebral arches) – омыртқалардың бір-біріне сырғанап қозғалуға мүмкіндік беретін кішкентай буындар. Мойында – өте икемді, кеудеде – көбірек айналуға бейім, белде – аздап қимылдайды, бірақ негізінен тұрақтылық береді.

Бас сүйек - омыртқалық буындар (craniovertebral joints) – бас сүйек пен омыртқа жотасын қосатын буындар.

- Атланто-окципиталды буындар (atlanto-occipital joints) – C1 омыртқа (атлант) пен бас сүйектің шүйде сүйегі арасында түзіледі. Бұл буындар басты алға-иіп және артқа-шалқайтып «иә» қозғалысын жасауға мүмкіндік береді.
- Атланто-аксиалды буындар (atlanto-axial joints) – C1 (атлант) пен C2 (аксис) омыртқалары арасында түзіледі. Бұл буындар басты оңға-солға бұрып «жоқ» (no) қозғалысын жасауға мүмкіндік береді. Бұл буындар – синовиальды буындар, және оларда омыртқааралық диск болмайды. Арнайы құрылысының арқасында омыртқа жотасының басқа бөліктеріне қарағанда қимыл ауқымы кеңірек.

Қабырға-омыртқалық буындар (costovertebral joints) - Әдеттегі қабырғалар (2–10) екі жерден омыртқаға жалғанады: басы арқылы және төмпешігі арқылы; 11–12 қабырғалар «еркін» (floating ribs), олар тек бір жерден – омыртқа денесімен ғана жалғанады

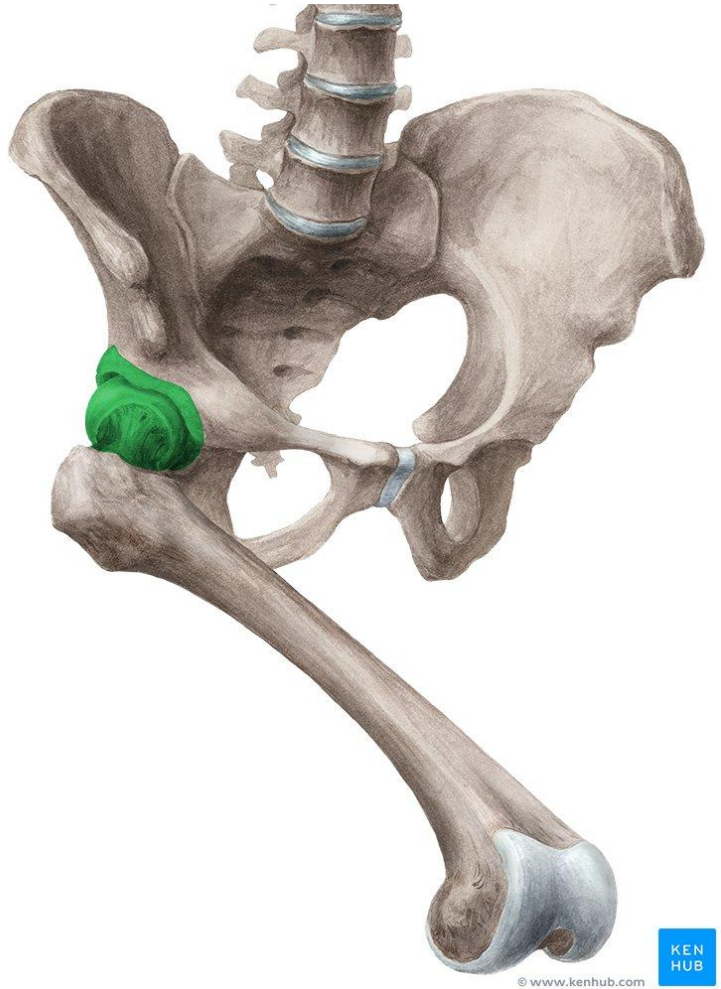



Жамбас буыны

Жамбас буыны – шар тәрізді синовиальды буын. Ол жамбас белдеуін (pelvic girdle) төменгі аяқпен қосады. Бұл жерде ортан жіліктің (femur) басы жамбас сүйегіндегі ойықпен (acetabulum) түйіседі.

Жамбас буыны – көпосьті (multiaxial) буын. Ол кең қимылдар жасауға мүмкіндік береді:

- бүгу (flexion),
- жазу (extension),
- сыртқа әкету (abduction),
- ішке әкелу (adduction),
- сыртқа бұру (external rotation),
- ішке бұру (internal rotation),
- айналмалы қозғалыс (circumduction).



Алайда иық буынына (glenohumeral joint) қарағанда, жамбас буыны қозғалыс еркіндігін азайтып, орнына тұрақтылықты күшейткен. Себебі оның басты қызметі – салмақ көтеру. Тік тұрған кезде бүкіл дененің салмағы осы буын арқылы аяқтарға беріледі.

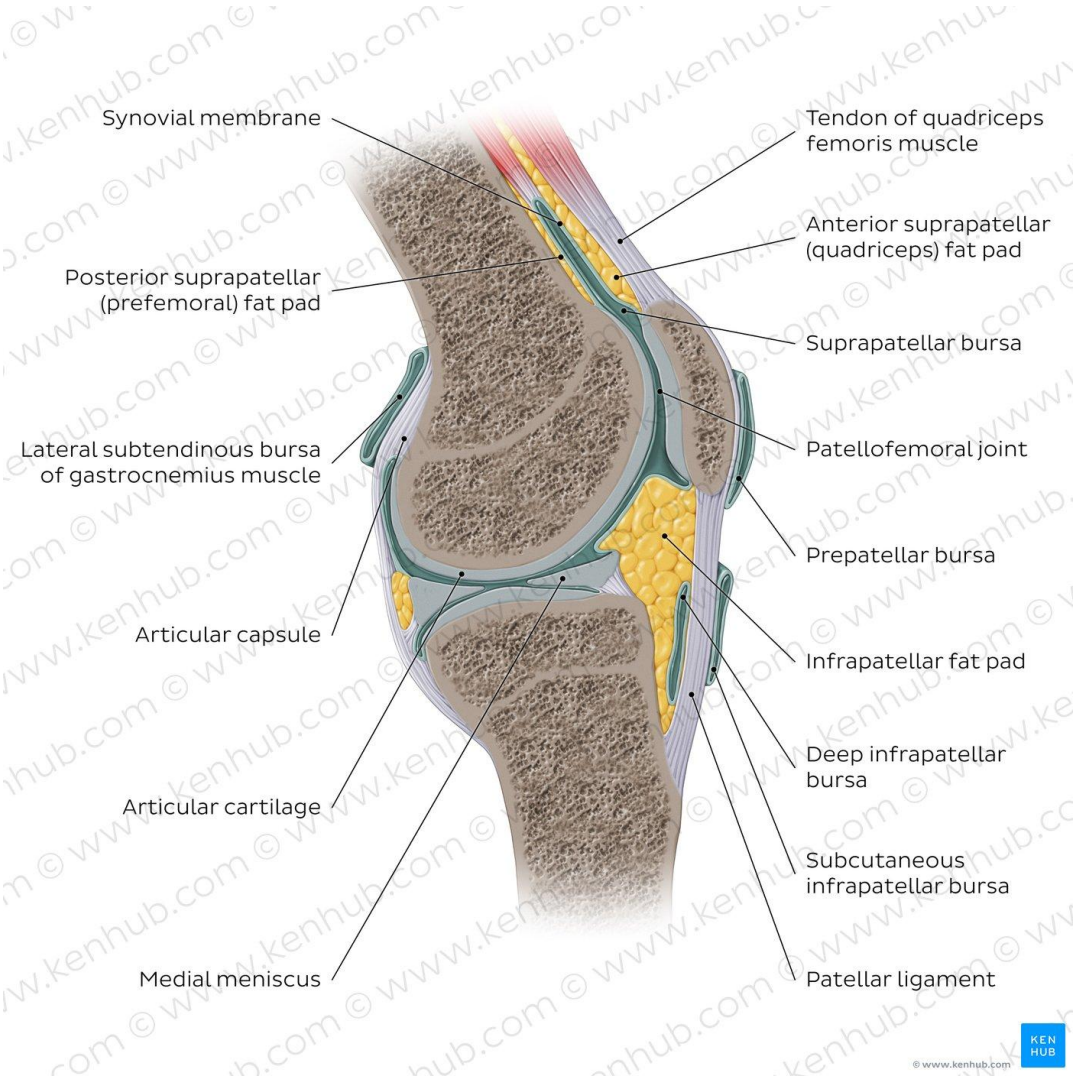
Жамбас буыны – адам денесіндегі ең тұрақты буын.

Ортан жіліктің басы шеміршекпен қапталған «дөңгелек шар», ол жамбас ойысына кіреді.

Жамбас ойысы үш сүйектің қосылуынан түзілген «жартышарлы ұя», ол басын берік ұстап тұрады.

Ацетабулум еріні ойысты тереңдетіп, буынның тұрақтылығын күшейтеді

Тізе буыны



Тізе буыны (knee joint)– беріктік + икемділік үйлесімін қажет ететін ең күрделі буындардың бірі

Тізе буынының негізгі бөліктері

Тізе буынының басты құрамдары: сан сүйегі (femur), жіліншік сүйегі (tibia), тізе тасы (patella) және байламдар.

Сан сүйегінің және жіліншік сүйегінің мыжылмалы (condyles) беттері бір-біріне жанасып, буынның негізгі құрылымын жасайды.

Тізе тасы (patella) – квадрицепс бұлшықетінің сіңірі ішінде орналасқан, ерекше сүйек. Ол тізені жарақаттан қорғайды және квадрицепс бұлшықетінің қозғалысын рычаг сияқты күшейтеді.

Тізе буынына бір мезгілде салмақты көтеретін беріктік те, қозғалыс үшін икемділік те қажет. Сол үшін ол түрлі жұмсақ тіндермен күшейтілген:

Май жастықшалары (fat pads) және бурсалар (bursae) – синовиалды сұйыққа толы қапшықтар. Олар сіңір мен бұлшықет сүйекке үйкеліп, қажалмау үшін «жастық» қызметін атқарады.

Екі мениск (medial және lateral meniscus) – шеміршекті жарты ай тәрізді құрылымдар. Олар соққыны сіңіріп, буын беттерінің сәйкестігін (congruency) жақсартады.

Тобық буыны

Тобық буыны – синовиальды буын. Ол аяқ сүйектерін: шыбық (fibula) пен асықты (tibia) – табан сүйегінің үстіндегі таран сүйегімен (talus) қосады. Бұл күрделі топсалы буын, ол екі түйісуден тұрады.

Тобық буынын жиі «шип пен ойық» (tenon and mortise) тәрізді буын деп сипаттайды. Мұнда асықты (tibia) мен шыбық (fibula) сүйектері ойық (mortise) құрайды, ал таран сүйегі сол ойыққа дәл кіретін шип (tenon) сияқты орналасады.

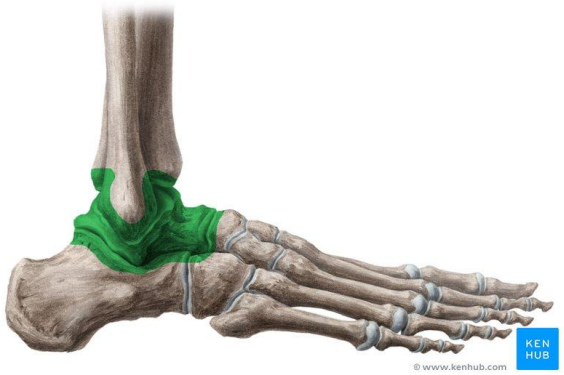
Тобық буынының негізгі қимылдары:

- дорсифлексия – табанды жоғары қарай тарту,
- плантарфлексия – табанды төмен қарай басу.

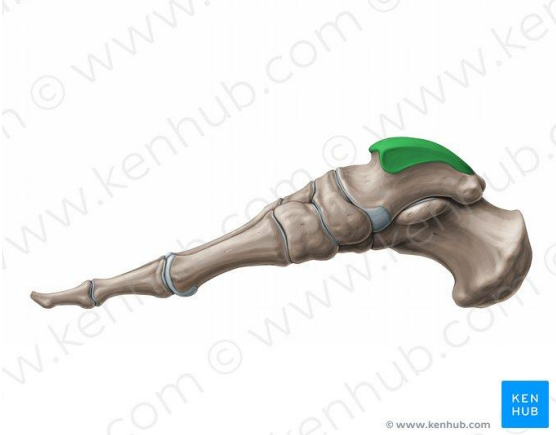
Сонымен бірге, ол *супинация* (табанды ішке бұру) және *пронация* (табанды сыртқа бұру) сияқты қозғалыстарға да аздап мүмкіндік береді, бірақ бұл қимылдар көбіне орташа табан буындарымен бірге жүреді.

Тобық буынының тағы бір маңызды қызметі – соққыны сіңіру. Жүргенде өкше жерге алғаш тиген сәтте, буын соққыны жұмсартып, бүкіл аяққа түсетін күшті азайтады.

Тобық буыны – tibia мен fibula-ның «қысқыш тәрізді ойығына» таран сүйектің «дөңгелек басы» кіріп орналасқан, сондықтан ол өте тұрақты әрі берік.







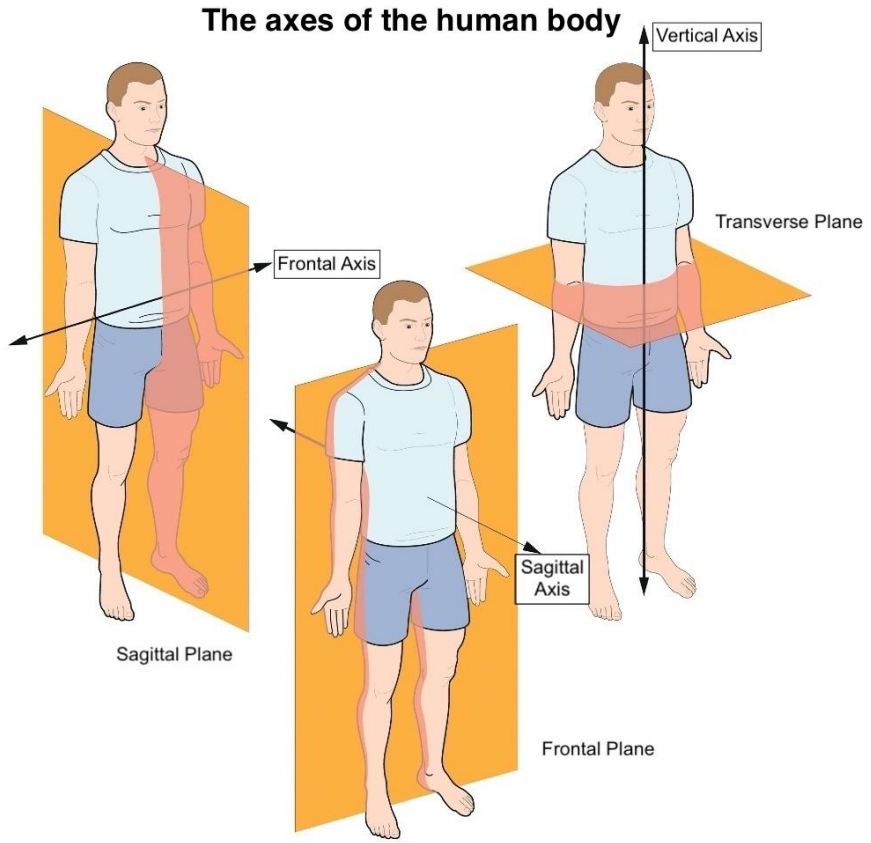


Жазықтықтар

Сагитталды жазықтық – денені оң және сол бөлікке бөледі.

Фронталды (короналды) жазықтық – денені алдыңғы және артқы бөлікке бөледі.

Көлденең (трансверсальды) жазықтық – денені жоғарғы және төменгі бөлікке бөледі.



Осьтер

Сагитталды ось – арттан алға қарай өтеді, осы ось бойымен қолды/аяқты екі жаққа әкету және әкелу қозғалыстары жүреді. Мысалы: Абдукция (қолды екі жаққа көтеру), Аддукция (қолды қайта денеге жақындату).

Фронталды ось – солдан оңға қарай өтеді, осы ось бойымен бүгу және жазу қозғалыстары жүреді. Бүгу (flexion) – мысалы, шынтақты бүгу, Жазу (extension) – шынтақты жазу.

Вертикальды ось – төменнен жоғары қарай өтеді, осы ось бойымен айналу қозғалыстары жүреді. Айналу (rotation) – мысалы, басты оңға/солға бұру немесе белді бұру.

